

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
Please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08084392  
 PUBLICATION DATE : 26-03-96

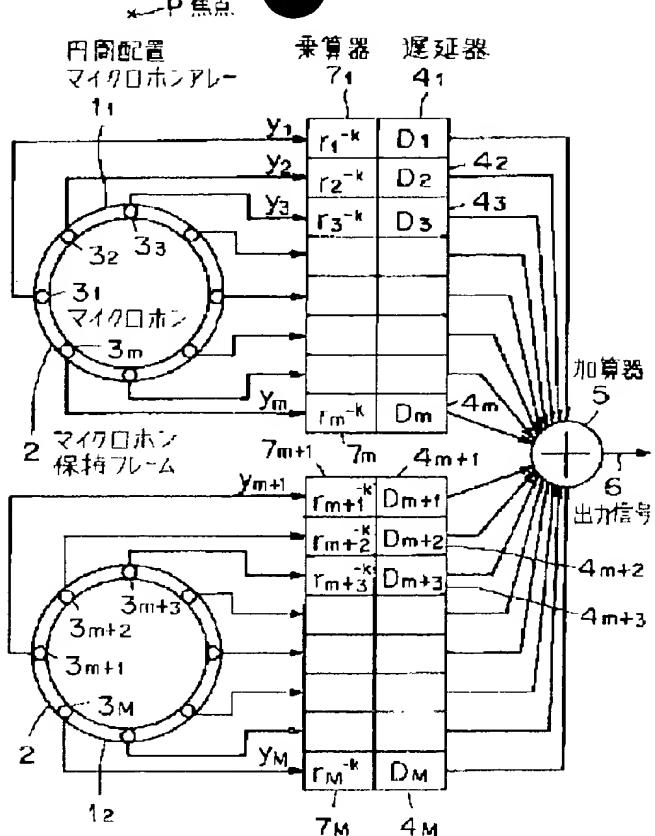
APPLICATION DATE : 14-09-94  
 APPLICATION NUMBER : 06219941

APPLICANT : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
 <NTT>;

INVENTOR : KOJIMA JUNJI;

INT.CL. : H04R 1/40 H04R 3/00

TITLE : SOUND RECEPTION METHOD AND ITS DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To improve the S/N of a signal received from a focus by the delay sum array sound receiving method.

CONSTITUTION: A sound from a focus P is received by a microphone  $3_i$  ( $i=1-M$ ) and its output signal  $y_i$  is given to a multiplier  $7_i$  and a delay device  $4_i$ , in which a reciprocal  $r_i^{-k}$  of k-th power to a distance  $r_i$  from the focus P to each microphone  $3_i$  and a delay time  $D_i$  depending on the distance  $r_i$  are provided to the signal  $y_i$ . The relation of  $D_i = D_0 - \tau_i$ ;  $\tau_i = r_i/c$  is obtained ( $D_0$  is a fixed delay and  $c$  is a sound velocity). Output signals of the microphones are added by an adder 5 to provide an output signal 6. The index (k) is set usually to be  $1 \leq k \leq 3$ . The microphones are mounted to microphone arrays  $1_1, 1_2$  arranged on a circumference. The focus signals are added in phase by the delay and multiplication to attain sound collection with high sensitivity and the sensitivity with respect to the signal at a point apart from the focus is suppressed to considerably improve the S/N of the signal of the focus.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-84392

(43)公開日 平成8年(1996)3月26日

(51) Int.CI.<sup>6</sup>

H 04 R 1/40  
3/00

識別記号

3 2 0 A  
3 2 0

序内整理番号

F I

技術表示箇所

(21)出願番号

特願平6-219941

(22)出願日

平成6年(1994)9月14日

審査請求 未請求 請求項の数 5 ○ L (全 6 頁)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 野村 博昭

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 金田 豊

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 小島 順治

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

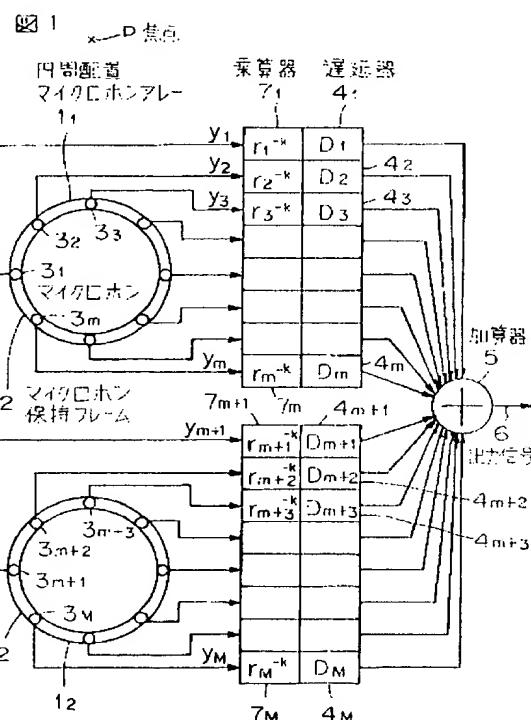
(74)代理人 弁理士 草野 卓

(54)【発明の名称】 受音方法及びその装置

(57)【要約】

【目的】 焦点からの受音信号のS/N比を向上させる。

【構成】 焦点Pからの音をマイクロホン3<sub>i</sub> (i = 1 ~ M) で受音し、その出力信号y<sub>i</sub> を乗算器7<sub>i</sub> 及び遅延器4<sub>i</sub> を通して、信号y<sub>i</sub> に焦点Pから各マイクロホン3<sub>i</sub>までの距離r<sub>i</sub> のk乗値の逆数r<sub>i</sub><sup>-k</sup>を乗算すると共に、距離r<sub>i</sub>に応じて遅延時間D<sub>i</sub>を与える。ここでD<sub>i</sub> = D<sub>0</sub> - τ<sub>i</sub>; τ<sub>i</sub> = r<sub>i</sub> / c (D<sub>0</sub>は固定遅延量、cは音速)とされる。これらの処理された各マイクロホン出力信号は加算器5で加算されて出力信号6とされる。前記指数kは通常1 ≤ k ≤ 3に設定される。各マイクロホンは円周配置マイクロホンアレー1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>に実装されている。前記遅延と乗算操作によって、焦点の信号を同位相で加算することにより高い感度で収音すると共に、焦点より離れた点の信号に対する感度を押圧することによって、焦点の信号のS/N比を大幅に向上できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 焦点からの音を複数のマイクロホンを用いて受音する方法であって、各マイクロホンの出力信号に対して、焦点から各マイクロホンまでの距離( $r_i$ )に応じて時間遅延を与えると共に、前記距離の累乗値の逆数( $r_i^{-k}$ )を乗算し、それらの乗算した信号の和を取り出すことを特徴とする受音方法。

【請求項2】 焦点からの音を受音する複数のマイクロホン( $3_i$ ;  $i = 1, 2 \dots, M$ )と、それらの各マイクロホンの出力信号に、前記焦点から各マイクロホンまでの距離( $r_i$ )の累乗値の逆数( $r_i^{-k}$ )を乗算する乗算手段と、前記各マイクロホンの出力信号を前記距離( $r_i$ )に応じて遅延させる遅延手段と、前記乗算手段及び遅延手段により処理された各マイクロホンの出力信号を加算する加算手段とより成る受音装置。

【請求項3】 請求項2において、前記複数のマイクロホンが、複数の円周配置マイクロホンアレーに実装されていることを特徴とする受音装置。

【請求項4】 請求項2において、前記遅延手段による遅延時間 $D_i$ ( $i = 1, 2 \dots, M$ )が、 $D_i = D_0 - \tau_i$ ;  $\tau_i = r_i / c$ ( $D_0$ は固定遅延量、 $c$ は音速)

$$D_i = D_0 - \tau_i; \quad i = 1, 2, \dots, M \quad \dots \quad (1)$$

$$\tau_i = r_i / c \quad \dots \quad (2)$$

但し、Mはマイクロホンの数、 $r_i$ は焦点Pからマイクロホン $3_i$ までの距離、cは音速を表す。 $D_0$ は遅延量 $D_i$ の値が小さすぎて、遅延特性をデジタルフィルタで実現する際の精度が低下するのを防ぐために付加する固定遅延量である。

【0004】焦点の音に対応する目的信号を復素正弦波※

$$y_i(t) = (1/r_i) \exp(j\omega(t - \tau_i)) \quad \dots \quad (3)$$

と表される。

【0005】遅延量 $D_i$ の出力は、各受音信号 $y_i$ ★

$$y_i(t - D_i) = (1/r_i) \exp(j\omega(t - \tau_i - D_i))$$

$$= (1/r_i) \exp(j\omega(t - D_0)) \quad \dots \quad (4)$$

となる。この式からわかるように、各遅延器 $3_i$ ( $i = 1, 2, \dots, M$ )からの出力 $y_i(t - D_i)$ は、チャンネル番号*i*によらず同位相の信号となっている。言い換えると、この遅延操作によって、焦点位置から到來する信号の時間差が補正され、同相化されることがわかる。そして、同相化した信号を加算器4において加算することで、焦点Pから到來する音は協調される。一方、焦点Pとは異なった方向から到來する音は、 $\tau_i$ とは異なる伝播時間 $\tau_{ij}$ をもって受音される。従って、式(4)で表される $D_i$ による遅延操作では、信号は同相化されず、遅延器の出力は時間的にずれた波形となっており、

\*に設定されていることを特徴とする受音装置。

【請求項5】 請求項2において、前記乗算手段の乗算値( $r_i^{-k}$ )の指数( $k$ )が $1 \leq k \leq 3$ に設定されていることを特徴とする受音装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、主としてホールや拡声通信会議等の残響音場において、複数のマイクロホンを用いて焦点(注目すべき点)の音を受音する場合、各マイクロホンの出力信号に焦点から各マイクロホンまでの距離に応じて時間遅延を与え、それぞれのマイクロホンの出力和を取り出す、遅延和アレーと呼ばれる受音方法及びその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図3を参照して遅延和アレーの原理を説明する。図3は2組の円周配置マイクロホンアレー $1_1, 1_2$ を用いた受音装置を示す。図3において、2はマイクロホン保持フレーム、 $3_1, 3_2, \dots, 3_M$ はマイクロホン、 $4_1, 4_2, \dots, 4_M$ は遅延器、5は加算器、6は出力信号である。

【0003】遅延器 $4_i$ ( $i = 1 \sim M$ )は、次式で示される遅延量 $D_i$ をマイクロホン $3_i$ の出力信号 $y_i$ に付加する。

※信号 $\exp(j\omega t)$ で表す。そしてこの目的信号は焦点位置から直接各マイクロホンに到來していると仮定する。この時、マイクロホン $3_i$ で受音された目的信号 $y_i(t)$ の大きさは、距離 $r_i$ に反比例し、その位相は $\tau_i = r_i/c$ (秒)遅れるので、

$$y_i(t) = (1/r_i) \exp(j\omega(t - \tau_i)) \quad \dots \quad (3)$$

★ $y_i(t)$ に遅延量 $D_i$ を付加した信号 $y_i(t - D_i)$

$$= (1/r_i) \exp(j\omega(t - D_i)) \quad \dots \quad (4)$$

これを加算しても協調効果は小さい。以上の結果、遅延和アレーは、焦点方向に対してのみ感度が高い指向特性を形成する。

【0006】図3において、2組の円周配置マイクロホンアレー $1_1, 1_2$ に各々16個のマイクロホンを取り付け、遅延量 $D_i$ を付加した場合を考える。この時、任意の位置に置かれた音源に対する加算器6の出力信号の絶対値は次式で与えられる。

## 【0007】

## 【数1】

$$\begin{aligned}
 |y(t)| &= \left| \sum_{i=1}^{32} \frac{1}{\xi_i} \exp \left( j \omega \left( t - \frac{\xi_i}{c} - D_i \right) \right) \right| \\
 &= \left| \sum_{i=1}^{32} \frac{1}{\xi_i} \exp \left( j \omega \left( t - \frac{\xi_i}{c} - D_0 + \tau_i \right) \right) \right| \\
 &= \left| \sum_{i=1}^{32} \frac{1}{\xi_i} \exp \left( - j \omega \left( \frac{\xi_i}{c} - \tau_i \right) \right) \right|
 \end{aligned}$$

(5)

但し、 $\xi_i$  は任意の位置からマイクロホン 3<sub>i</sub>までの距離を表す。図 4 は、横 6.8m、縦 4.2m、高さ 3.1m の部屋において、図 3 に示した 2 組のマイクロホンアレー 1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub> を天井からつり下げ、マイクロホンアレーから下方 1.1m での感度分布のシミュレーション結果を表したものである。具体的には、各点に置かれた音源に対する出力の大きさ式 (5) より計算して等高線表示している。計算に当たっては、自由音場を仮定し、300 Hz ~ 3.4 kHz の 11 点 (310 Hz 間隔) の平均で求めた。2 組のマイクロホンアレー 1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub> は、図 4 の ps 2 及び ps 5 を中心として配置され、アレーの焦点は ps 1 に調整されている。図 4 より 2 組のマイクロホンアレーの感度分布は焦点は ps 1 で最も高くなっている。等高線の数値は最大値を 0 dB として、-5、-10、-15、-20 dB と表示している。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来の図 3 の受音装置の欠点は焦点以外の点、即ちマイクロホンアレーが配置されている ps 5 の付近でも感度が -10 dB と大きいことである。より一般的に言えば、焦点以外の点であっても、その点の付近にマイクロホンが配置されていたら、その点に対する感度が上昇してしまうという問題点があった。

【0009】本発明の目的は、複数のマイクロホンを用いて音声や音楽を収音し、各マイクロホンの出力信号が全て同位相で加算されるように、焦点から各マイクロホンまでの距離に応じて時間遅延を与える遅延和アレー装置が持つ上記欠点を解決し、音場の広い範囲に渡り、焦点の音 (S) を高感度で受音し、それ以外の場所の音 (N) を大幅に抑圧して、高い信号対雑音のエネルギー

比を得ることである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段と作用】本発明は、焦点から各マイクロホンまでの距離  $r_i$  に応じて時間遅延  $D_i$  を与えるとともに、前記距離  $r_i$  の累乗値の逆数  $1/r_i^k$  を重み係数として各マイクロホンの出力和を取り出すことを特徴とする。従来技術では、距離  $r_i$  に応じて時間遅延だけを与えていたため、焦点から遠く離れた地点にマイクロホンが配置されている場合、そのマイクロホン位置付近で、感度が上昇する欠点があった。そこで、距離  $r_i$  の累乗値の逆数  $1/r_i^k$  を重み係数としてマイクロホン出力  $y_i$  に与えれば、焦点から遠く離れた位置のマイクロホンは  $r_i$  の値が大きくなり、従って、重み係数  $1/r_i^k$  の値は小さくなる。このため、焦点から遠く離れた位置のマイクロホンの感度は小さくなり、焦点位置に近いマイクロホンの感度のみが高くなり、音場の広い範囲に渡り高い信号対雑音のエネルギー比を得ることができる。

## 【0011】

【実施例】この発明の実施例を図 1 に、図 3 と対応する部分に同じ符号を付して示し、重複説明を省略する。図 1において、2 組の円周配置マイクロホンアレー 1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub> に各々 16 個のマイクロホンを取付け、遅延量  $D_i$  及び各マイクロホンから焦点までの距離  $r_i$  の 2 乗値 ( $k = 2$  の場合) の逆数を重み係数として与えた場合の、任意の位置に置かれた音源に対するマイクロホン出力信号の和の絶対値は次式で与えられる。

## 【0012】

## 【数 2】

$$\begin{aligned}
 |y(t)| &= \left| \sum_{i=1}^{32} \frac{1}{\xi_i} - \frac{1}{r_i^2} \exp(j\omega(t - \frac{\xi_i}{c} - D_i)) \right| \\
 &= \left| \sum_{i=1}^{32} \frac{1}{\xi_i} - \frac{1}{r_i^2} \exp(j\omega(t - \frac{\xi_i}{c} - D_0 + \tau_i)) \right| \\
 &= \left| \sum_{i=1}^{32} \frac{1}{\xi_i} - \frac{1}{r_i^2} \exp(-j\omega(\frac{\xi_i}{c} - \tau_i)) \right|
 \end{aligned}$$

..... (6)

但し、 $\xi_i$  は任意の位置からマイクロホン 3<sub>i</sub>までの距離、 $r_i$  は焦点 P からマイクロホン 3<sub>i</sub>までの距離を表す。図 2 は、横 6.8m、縦 4.2m、高さ 3.1m の部屋において図 1 に示したマイクロホンアレー 1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub> を天井からつり下げ、マイクロホンアレーから下方 1.1m の感度分布のシミュレーション結果を表したものである。具体的には、各点に置かれた音源に対する出力の大きさを式 (6) により計算して等高線表示した。計算に当たっては、自由音場を仮定し、300Hz～3.4kHz の 11 点 (310Hz 間隔) の平均で求めた。2 組のマイクロホンアレー 1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub> は、ps 2 及び ps 5 を中心として配置され、アレーの焦点は ps 1 に調整されている。図 2 より 2 組のマイクロホンアレーを用いた受音装置の感度分布は焦点 ps 1 で最も高くなっている。また、従来の図 4 の例のように、マイクロホンアレーの焦点 ps 1 から遠く離れた地点 (ps 5 の付近) で感度が上昇することもなく部屋の広い範囲にわたり良好な感度分布が得られる。

【0013】本発明では、重み係数として焦点から各マイクロホン 3<sub>i</sub>までの距離の累乗値の逆数  $1/r_i^k$  を与えるものである。この時の k の値としては、1 ≤ k ≤ 3 程度とすれば良いことが実験的に確かめられている。この理由は、k を 1 より小さくすると、重み付けの効果が小さくなりすぎるためであり、また、k を 3 より大き

くすると重み付けの効果が過剰になって、遠方のマイクロホンを全く利用しないことと等価になってしまうからである。

【0014】なお図 1 では遅延器 4<sub>i</sub> の前段に乗算器 7<sub>i</sub> を設けているが、その順序は逆でもよい。

【0015】

【発明の効果】以上述べたように、拡声通信会議等の残響音場での音声や音楽の収音において、複数のマイクロホンを用いる場合、各マイクロホンの出力信号が全て同位相で加算されるように、焦点からマイクロホンまでの距離差に応じて時間遅延を与え、かつ、焦点から各マイクロホンまでの距離の累乗値の逆数を重み係数として掛けてそれぞれの和を取り出せば、目的とする焦点の信号を高い感度で収音すると共に、焦点より離れた点の信号に対する感度を抑圧することによって、焦点の信号の S/N 比を大幅に向上できる。

【図面の簡単な説明】

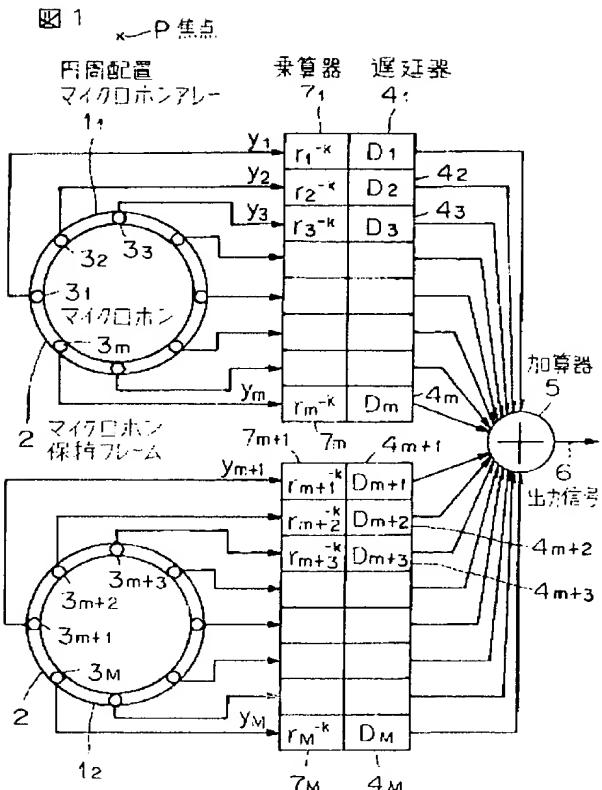
【図 1】この発明の受音装置の実施例を示すブロック図。

【図 2】図 1 の受音装置の感度分布の一例を示す図。

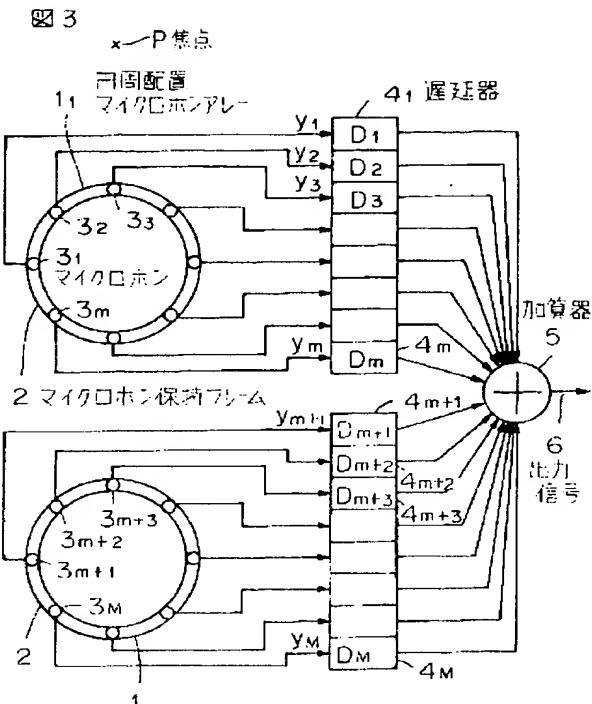
【図 3】従来の受音装置のブロック図。

【図 4】図 3 の受音装置の感度分布の一例を示す図。

【図1】



【図3】



【図2】

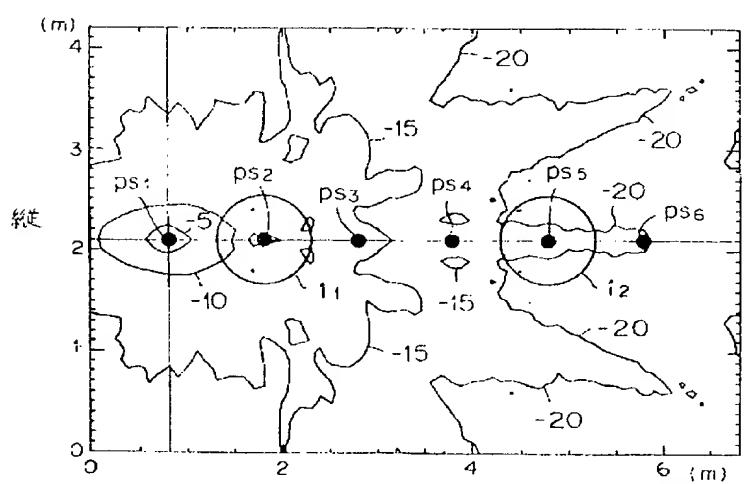


図2

横

11, 12 : 円周配置マイクロホンアレー  
ps1 : 焦点

【図4】

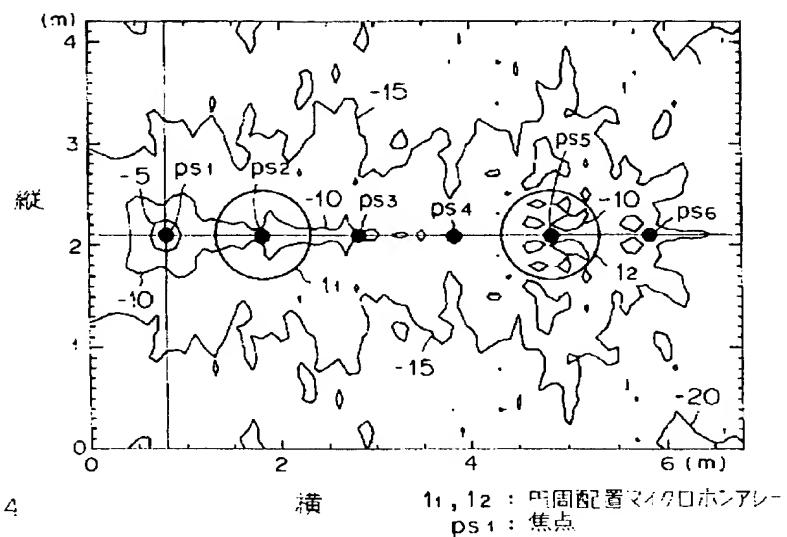


図4

横

11, 12 : 開口配置マイクロホンアレー  
ps1 : 焦点